

**ANALISIS SPEKTRUM ENERGI DAN FUNGSI GELOMBANG
PERSAMAAN SCHRODINGER POTENSIAL NON- SENTRAL *SHAPE*
INVARIANCE q-DEFORMASI MENGGUNAKAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan untuk Mencapai Derajat Magister

Program Studi Ilmu Fisika



Oleh

HADMA YULIANI

S911202009

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

commit to user
2013

**ANALISIS SPEKTRUM ENERGI DAN FUNGSI GELOMBANG
PERSAMAAN SCHRODINGER POTENSIAL NON- SENTRAL *SHAPE*
INVARIANCE q-DEFORMASI MENGGUNAKAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

Oleh
HADMA YULIANI
S911202009

Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing			
Pembimbing I.	Dra. Suparmi, M.A., Ph.D NIP. 19520915 197603 2 001	.....	Juli 2013
Pembimbing II.	Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D NIP : 19610306 198503 1 002	.....	Juli 2013

Telaah dinyatakan memenuhi syarat

Pada tanggal Juli 2013

Ketua Program Studi Ilmu Fisika
Program Pascasarjana UNS

Drs.Cari, M.Sc., M.A., Ph.D
NIP : 19610306 198503 1 002

commit to user

**ANALISIS SPEKTRUM ENERGI DAN FUNGSI GELOMBANG
PERSAMAAN SCHRODINGER POTENSIAL NON- SENTRAL *SHAPE*
INVARIANCE q-DEFORMASI MENGGUNAKAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

Oleh
HADMA YULIANI
S911202009

Tim Penguji

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si. NIP. 19690826 199903 1 001	.....	..... Juli 2013
Sekretaris	Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si. NIP. 19710831 200003 1 005	.....	..... Juli 2013
Anggota Penguji	Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. NIP. 19520915 197603 2 001	.....	..... Juli 2013
	Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. NIP. 19610306 198503 1 002	.....	..... Juli 2013

**Telah dipertahankan di depan penguji
Dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal Juli 2013**

Direktur Program Pascasarjana UNS

Ketua Program Studi Ilmu Fisika
Program Pascasarjana UNS

Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.
NIP. 19610717 198601 1 001

Drs. Cari, MSc., M.A., Ph.D.
NIP. 19610306 198503 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

Tesis yang berjudul **“ANALISIS SPEKTRUM ENERGI DAN FUNGSI GELOMBANG PERSAMAAN SCHRODINGER POTENSIAL NON-CENTRAL SHAPE INVARIANCE q-DEFORMASI MENGGUNAKAN METODE NIKIFOROV-UVAROV** ini adalah karya penelitian saya sendiri bebas plagiat, serta tidak pernah terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas no 17, tahun 2010)

1. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (6 bulan sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka prodi Ilmu Fisika PPs UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh prodi Ilmu Fisika UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, Juli 2013

Mahasiswa,

Hadma Yuliani

S911202009

commit to user

ABSTRAK

Hadma Yuliani. S911202009. “**Analisis Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Persamaan Schrodinger Untuk Potensial Non-Sentral *Shape Invariance* q-deformasi Menggunakan Metode Nikiforov-Uvarov**”. Tesis: Program Pascasarjana Ilmu Fisika Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pembimbing: (1). Dra. Suparmi, M.A., Ph.D (2). Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spektrum energi dan fungsi gelombang beberapa potensial non-sentral *shape invariance* q-deformasi, yaitu potensial Poschl-Teller Termodifikasi plus Scarf, dan potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse menggunakan metode Nikiforov-Uvarov (NU).

Penelitian ini merupakan studi literatur untuk menyelesaikan persamaan Schrödinger potensial terdeformasi Poschl-Teller Termodifikasi plus Scarf, dan potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan q-deformasi secara analitik. Spektrum energi dan fungsi gelombang suatu sistem partikel dapat diperoleh dari penyelesaian persamaan Schrodinger. Spektrum energi dan fungsi gelombang potensial non-sentral diperoleh dengan menggunakan metode Nikiforov-Uvarov. Persamaan Schrodinger untuk potensial non sentral q-deformasi secara umum dapat diselesaikan secara eksak bila variabel potensialnya terpisahkan ke bagian radial dan sudut. Spektrum energi untuk potensial ini telah diturunkan secara analitis. Spektrum energi dan fungsi gelombang radial yang diperoleh hanya bersifat pendekatan karena adanya faktor sentrifugal, sedangkan fungsi gelombang bagian sudut dan bilangan kuantum orbital diperoleh dari persamaan Schrodinger bagian sudut.

Kata kunci: Spektrum Energi, Fungsi Gelombang, Persamaan Schrodinger, Non Sentral, q-deformasi, Metode Nikiforov-Uvarov.

ABSTRACT

Hadma Yuliani. S911202009. “**Analysis Energi Spectrum and Wave Function of Schrödinger Equation For Shape Invariance Non Central Potentials q-Deformed Using Nikiforov-Uvarov Method**”. Thesis: Physical Science Graduate Program of University Sebelas Maret Surakarta. Advisor: (1). Dra. Suparmi, M.A., Ph.D (2). Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D

The purposes of the research were to determine the energy spectrum and wave function of some q-deformed non-central shape invariance potentials, Modified Poschl-Teller plus Scarf potential and Rosen-Morse plus Rosen-Morse potential using Nikiforov-Uvarov Method.

The research was a literature study to solve Schrödinger equation for q-deformed Modified Poschl-Teller plus Scarf potential and Rosen-Morse plus Rosen-Morse potential analytically. The energy spectrum and the wave functions of a system particles can be determined by Schrodinger equation. The energy spectrum and wave function for q-deformed non-central potential determined by Nikiforov-Uvarov method. Generally, the Schrodinger equation for the non-central potential can be solved by exact if the potential variables separated into the radial and angular part. The energy spectrum and the radial wave function obtained approximately due to the centrifugal term from the radial Schrodinger equation, while the angular wave function and the orbital quantum number are obtained from angular part of Schrodinger equation.

Key words: The Energy Spectrum, Wave Function, Schrödinger Equation, Non-Central, q-deformed, Nikiforov-Uvarov Method.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul, Analisis spektrum energi dan fungsi gelombang persamaan Schrodinger potensial non-sentral *shape invariance* q-deformasi menggunakan metode Nikiforov-Uvarov” ini. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tesis ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Drs. Cari, M.A, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus sebagai Pembimbing II yang telah banyak memberikan banyak bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan tesis ini.
3. Ibu Dra. Suparmi, M.A., Ph.D, selaku pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing dan mengajari penulis, serta memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak Dr. Agus Suprianto, M.Si selaku penguji tesis yang memberikan banyak masukan dan bimbingan tentang perbaikan tesis ini.
5. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, M.Si selaku penguji tesis yang memberikan banyak masukan dan bimbingan tentang perbaikan tesis ini.
6. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan banyak ilmu tentang fisika.
7. Ayah dan Ibuku serta Adikku yang memberi motivasi, kasih sayang dan segalanya.

commit to user

8. Teman-teman S2 Ilmu Fisika khususnya fisika teori yang telah membantu selama ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Surakarta, 2013

Penulis



MOTTO

*“Sesungguhnya di balik kesulitan terdapat kemudahan”
(inspirasi dari QS. Al-insyirooh: 6)*



commit to user

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya. Dengan kerendahan hati kupersembahkan tesis ini kepada:

- * Mamah dan Abahku tercinta, terimakasih telah membesarkanku, mendidikku, mendoakanku, memberiku semangat, cinta dan kasih sayang, serta mengajarku arti hidup. Segala perjuangan dan pengorbanan yang telah dilakukan semoga Allah SWT membalas semua jasmu.
- * Adikku Desy Fitriani yang ku sayangi, terimakasih atas segala motivasi, doa dan bantuannya.
- * Mbak Qomariah dan Mas Bayu terimakasih atas bantuannya selama aku di Solo.
- * Mas Fahru yang selalu menemaniku, terimakasih atas bantuannya, semangat, serta doanya.
- * Dosen-dosenku di Universitas Palangka Raya FKIP Program Studi Pendidikan Fisika terimakasih atas bantuan dan motivasinya.
- * Sahabatku Mas deta yang telah membantuku, Yufi serta semua yang telah membantu dan mendoakanku selama ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
MOTTO.....	viii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6

commit to user

BAB II KAJIAN TEORI

A. Persamaan Schrödinger.....	8
B. Persamaan Schrodinger Atom Hidrogen.....	13
C. Nikiforov-Uvarov (NU).....	18
D. Aplikasi Metode NU.....	21
1. Aplikasi Metode NU pada Persamaan Polar	21
2. Persamaan Schrodinger Bagian Radial	26
E. Fungsi Hyperbolik dan Trigonometri Terdeformasi.....	31
F. Potensial Posch teller Termodifikasi q -Deformasi	33
G. Potensial Scaft II q -Deformasi.....	34
H. Potensial Rosen-Morse Non Sentral q -Deformasi	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
B. Objek Penelitian.....	36
C. Instrumentasi Penelitian.....	37
D. Prosedur Penelitian.....	38
E. Bagan Alir Penelitian.....	41

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	42
---------------------------	----

commit to user

1. Persamaan Schrodinger Tiga Dimensi Potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarft II Trigonometri q -Deformasi untuk Menggunakan Metode Nikiforov-Uvarov	42
2. Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial Untuk Potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II Trigonometri q -Deformasi Menggunakan Metode Nikiforov-Uvarov	46
3. Bilangan Kuantum Orbital dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Poschl Teller Termodifikasi plus Scarf II q -Deformasi dengan Faktor Sentrifugal menggunakan Metode NU.....	81
4. Persamaan Schrodinger Tiga Dimensi potensial Rosen Morse Plus Rosen Morse untuk q -Deformasi dengan Faktor Sentrifugal Menggunakan Metode NU	103
5. Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial Untuk Potensial Rosen Morse Plus Rosen Morse q -Deformasi Menggunakan Metode Nikiforov-Uvarov	106
6. Bilangan Kuantum Orbital dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Poschl Teller Termodifikasi plus Scaft II q -Deformasi dengan Faktor Sentrifugal menggunakan Metode NU	124
B. Pembahasan.....	136
1. Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Poschl Teller Termodifikasi plus Scarf II q -Deformasi.....	136
2. Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Rosen-Morsse plus Rosen-Morse q -Deformasi.....	140

commit to user

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	143
A. Kesimpulan.....	143
B. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA.....	137



\

commit to user

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter κ	57
Tabel 4.2 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter λ	58
Tabel 4.3 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter n_l	59
Tabel 4.4 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter a	61
Tabel 4.5 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter b	62
Tabel 4.6 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter m	63
Tabel 4.7 Spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter q	65
Tabel 4.8 Fungsi gelombang bagian radial untuk potensial Poschl-Teller Termodifikasi plus Scarf II dengan variasi n_r , λ, κ , n_l , m , a , dan b untuk $q = 1$	72
Tabel 4.9 Fungsi gelombang bagian radial untuk potensial Poschl-Teller Termodifikasi plus Scarf II dengan variasi n_r , λ, κ , n_l , m , a , dan b untuk $q = 0.4$	75

Tabel 4.10 Fungsi gelombang bagian radial untuk potensial Poschl-Teller Termodifikasi plus Scarf II dengan variasi n_r , λ, κ , n_l , m , a , dan b untuk $q = 2$	78
Tabel 4.11 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl Teller Termodifikasi plus Scarf II q -deformasi dengan variasi parameter q	91
Tabel 4.12 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q -deformasi dengan kondisi variasi parameter a dan nilai parameter $q = 1$	94
Tabel 4.13 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q -deformasi dengan kondisi variasi parameter a dan nilai parameter $q = 2$	96
Tabel 4.14 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q -deformasi dengan kondisi variasi parameter b dan nilai parameter $q = 1$	97
Tabel 4.15 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q -deformasi dengan kondisi variasi parameter b dan nilai parameter $q = 2$	98
Tabel 4.16 Visualisasi gambar fungsi gelombang bagian sudut potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q -deformasi dengan kondisi variasi parameter a dan b dan nilai parameter $q = 1$	99

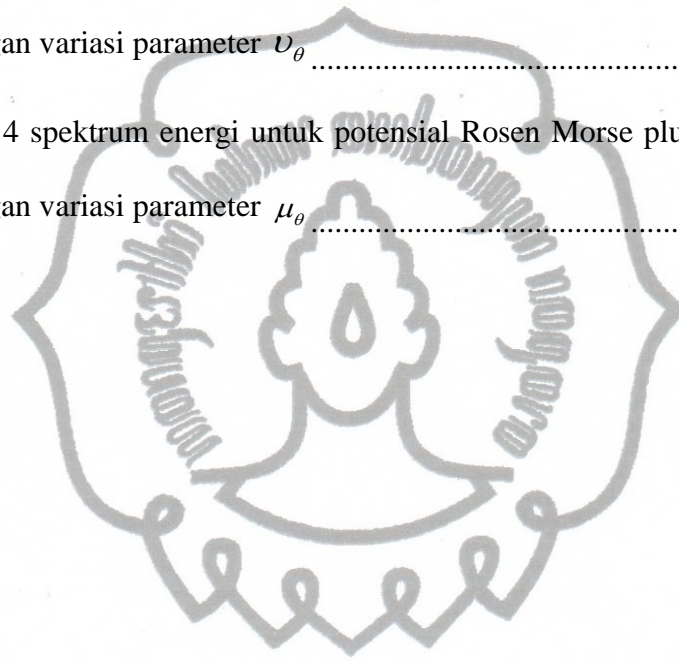
Tabel 4.17 Spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter ν_r	113
Tabel 4.18 Spektrum energi untuk potensial potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter μ_r	114
Tabel 4.19 Spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter n_l	116
Tabel 4.20 Spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter m	117
Tabel 4.21 Spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter q	118
Tabel 4.22 Spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter ν_θ	120
Tabel 4.23 Spektrum energi untuk potensial potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter μ_θ	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi relatif antara proton dan elektron.....	15
Gambar 4.1 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter κ	57
Gambar 4.2 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter λ	59
Gambar 4.3 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter n_l	60
Gambar 4.4 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter a	61
Gambar 4.5 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter b	63
Gambar 4.6 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter m	64
Gambar 4.7 spektrum energi untuk potensial Poschl Teller termodifikasi plus Scarf II dengan variasi parameter q	65
Gambar 4.8 spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter ν_r	114
Gambar 4.9 spektrum energi untuk potensial Rosen Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter μ_r	115
Gambar 4.10 spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter n_l	116

commit to user

Gambar 4.11 spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter m	118
Gambar 4.12 spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter q	119
Gambar 4.13 spektrum energi untuk potensial Rosen-Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter U_0	120
Gambar 4.14 spektrum energi untuk potensial Rosen Morse plus Rosen-Morse dengan variasi parameter μ_0	122



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penyelesaian Persamaan Schrodinger untuk Potensial Poschl Teller Termodifikasi Plus Scarft II Untuk Q-Deformasi dengan Faktor Sentrifugal Menggunakan Metode NU	148
Lampiran 2. Penyelesaian Persamaan Schrodinger untuk potensial Rosen Morse Plus Rosen Morse untuk q-deformasi dengan faktor sentrifugal menggunakan metode NU	197
Lampiran 3. Polinomial Jacobi Untuk Nilai N Tertentu.....	227
Lampiran 4. Perhitungan Fungsi Gelombang Lengkap Bagian Radial Untuk Potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q-Deformasi	230
Lampiran 5. Perhitungan Fungsi Gelombang Lengkap Bagian Sudut Untuk Potensial Poschl-Teller Termodifikasi Plus Scarf II q-Deformasi	236
Lampiran 6. Perhitungan Fungsi Gelombang Lengkap Bagian Sudut Untuk Potensial Rosen-Morse Plus Rosen Morse Q-Deformasi.....	241
Lampiran 7. Penyelesaian Fungsi Gelombang Tidak Ternormalisasi Untuk Rosen Morse Bagian Sudut.....	244